

PAT-NO: JP02003082430A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003082430 A

TITLE: FUSIBLE METAL FOR THERMAL FUSE, WIRE FOR THERMAL FUSE,  
AND THERMAL FUSE

PUBN-DATE: March 19, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME                | COUNTRY |
|---------------------|---------|
| HARA, SHIRO         | N/A     |
| SUGIURA, MASAHIRO   | N/A     |
| KUBOTA, TOSHIHIRO   | N/A     |
| KATO, SHINICHI      | N/A     |
| KATSUMOTO, NORIYUKI | N/A     |

"intervening"

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME             | COUNTRY |
|------------------|---------|
| SORUDAA KOOTO KK | N/A     |
| ANZEN DENGU KK   | N/A     |

APPL-NO: JP2002101406

APPL-DATE: April 3, 2002

PRIORITY-DATA: 2001196828 ( June 28, 2001)

INT-CL (IPC): C22C028/00, C22C013/02, H01H037/76

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fusible metal having 100-140°C melting temperature and free from lead and used for thermal fuse, a wire composed of the fusible metal and used for thermal fuse, and a thermal fuse using the wire.

SOLUTION: The fusible metal for thermal fuse has a composition consisting of, by weight, 1-14% Bi, 45-60% In and the balance Sn with inevitable impurities and a composition consisting of, by weight, 1-14% Bi, 45-60% In, 0.1-5% Cu and the balance Sn with inevitable impurities. The wire for thermal fuse is composed of the above fusible metal having the above composition. The thermal fuse has a thermal fuse element composed of the above wire for thermal fuse.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-82430

(P2003-82430A)

(43)公開日 平成15年3月19日(2003.3.19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
C 22 C 28/00  
13/02  
H 01 H 37/76

識別記号

F I  
C 22 C 28/00  
13/02  
H 01 H 37/76

テマコード(参考)  
B 5 G 5 0 2  
F  
L

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2002-101406(P2002-101406)  
(22)出願日 平成14年4月3日(2002.4.3)  
(31)優先権主張番号 特願2001-196828(P2001-196828)  
(32)優先日 平成13年6月28日(2001.6.28)  
(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 591283040  
ソルダーコート株式会社  
愛知県名古屋市緑区鳴海町字長田75番地の  
1  
(71)出願人 594038416  
安全電具株式会社  
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目34番地の1  
(72)発明者 原 四朗  
愛知県名古屋市緑区鳴海町字長田75番地の  
1 ソルダーコート株式会社内  
(74)代理人 100081776  
弁理士 大川 宏

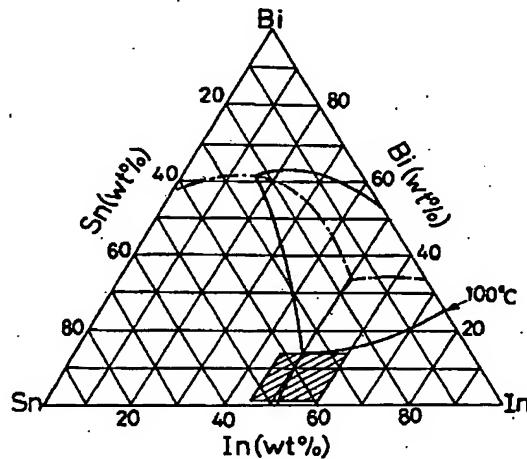
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 温度ヒューズ用可溶性合金および温度ヒューズ用線材および温度ヒューズ

(57)【要約】

【課題】 溶融温度が100°C~140°Cで、かつ鉛を含有しない温度ヒューズ用可溶性合金、およびこの可溶性合金からなる温度ヒューズ用線材、およびこの線材を用いた温度ヒューズを提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明の温度ヒューズ用可溶性合金は、1重量%以上14重量%以下のBiと45重量%以上60重量%以下のInとを含み、残部がSnと不可避不純物とからなることを特徴とする。並びに、本発明の温度ヒューズ用可溶性合金は、1重量%以上14重量%以下のBiと45重量%以上60重量%以下のInと0.1重量%以上5重量%以下のCuとを含み残部がSnと不可避不純物とからなることを特徴とする。また、本発明の温度ヒューズ用線材は、上記組成を有する可溶性合金からなることを特徴とする。さらに、本発明の温度ヒューズは、この温度ヒューズ用線材からなる温度ヒューズ素子を持つことを特徴とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1重量%以上14重量%以下のビスマスと45重量%以上60重量%以下のインジウムを含み、残部がスズと不可避不純物とからなる温度ヒューズ用可溶性合金。

【請求項2】 1重量%以上14重量%以下のビスマスと45重量%以上60重量%以下のインジウムと0.1重量%以上5重量%以下の銅とを含み、残部がスズと不可避不純物とからなる温度ヒューズ用可溶性合金。

【請求項3】 前記銅は、0.1重量%以上1重量%以下含まれている請求項2に記載の温度ヒューズ用可溶性合金。

【請求項4】 前記インジウムは、50重量%以上59重量%以下含まれている請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の温度ヒューズ用可溶性合金。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の温度ヒューズ用可溶性合金により形成された温度ヒューズ用線材。

【請求項6】 請求項5に記載の温度ヒューズ用線材により形成された温度ヒューズ素子を有する温度ヒューズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は過度の温度上昇による電気機器の熱破損を防止する温度ヒューズ、およびこの温度ヒューズの温度ヒューズ素子を形成する温度ヒューズ用線材、およびこの温度ヒューズ用線材を形成する温度ヒューズ用可溶性合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】温度ヒューズは、テレビやビデオあるいはトランスや二次電池といった電気機器の電気回路に組み込まれている。そして、これらの電気機器が過度の温度上昇により熱破損することを防止している。例えば、二次電池において、何らかの事情により正極と負極とが短絡すると、急激な放電が起こる。そしてこの放電により電池は発熱する。発熱により電池が過度に昇温すると、電池が熱破損するおそれがある。このとき、電池に組み込まれている温度ヒューズは、周囲温度が動作温度に到達したことを検知し、溶断する。そして、この溶断により正極と負極との短絡を断ち、電池の温度を下降させる。

【0003】ところで、温度ヒューズを構成する部材のうち、実際に溶断するのは可溶性合金製の温度ヒューズ素子である。したがって、温度ヒューズの動作温度と温度ヒューズ素子を形成する可溶性合金の溶融温度とは、ほぼ一致する。近年においては、動作温度が100°C～140°Cの温度ヒューズの需要が高まっており、特に好ましくは動作温度が100°C～115°Cの温度ヒューズの需要が高まっている。そして、従来から動作温度が100°C～140°C、好ましくは動作温度が100°C～1

2

15°Cの温度ヒューズには、Pb-Sn系合金にビスマスやカドミウムやインジウムなどを添加させた可溶性合金が使用されていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の可溶性合金は鉛を含有している。そして近年、廃棄された電気機器の温度ヒューズから自然環境中に鉛が溶出することが問題となっている。このため、工業材料として可能な限り鉛を使用しないことが世界的な趨勢となっている。また、鉛の代替材料の検討が、業界において重要な課題の一つとなっている。

【0005】そこで、鉛を含まない温度ヒューズ用可溶性合金について鋭意研究を重ねた結果、本発明者は、鉛を含まなくても100°C～140°C、好ましくは100°C～115°Cの温度において溶融する可溶性合金を得ることができるとの知見を得た。

【0006】本発明の温度ヒューズ用可溶性合金および温度ヒューズ用線材および温度ヒューズは、上記知見に基づいてなされたものである。したがって、本発明は、溶融温度が100°C～140°C、好ましくは100°C～115°Cで、かつ鉛を含有しない温度ヒューズ用可溶性合金（以下、適宜「可溶性合金」と称す。）、およびこの可溶性合金からなる温度ヒューズ用線材（以下、適宜「線材」と称す。）、およびこの線材からなる温度ヒューズ素子を有する温度ヒューズを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の温度ヒューズ用可溶性合金は、1重量%以上14重量%以下のビスマスと45重量%以上60重量%以下のインジウムとを含み、残部がスズと不可避不純物とからなることを特徴とする。

【0008】本発明の温度ヒューズ用可溶性合金は鉛を含有しない。このため、この可溶性合金を用いた温度ヒューズが廃棄されても、自然環境に与える影響は極めて小さい。また、上記組成範囲を有する本発明の温度ヒューズ用可溶性合金は、従来の鉛を含有した可溶性合金と同様に、100°Cから140°Cの溶融温度を有する。なお、本明細書および図面中において、重量%およびwt%とは質量(mass)%を意味する。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の温度ヒューズ用可溶性合金および温度ヒューズ用線材および温度ヒューズの実施の形態について説明する。

【0010】〈温度ヒューズ用可溶性合金〉第一に、本発明の温度ヒューズ用可溶性合金について説明する。本発明の可溶性合金は、不可避不純物を除外すれば、ビスマス(Bi)とスズ(Sn)とインジウム(Indium)とから形成されている。

【0011】(1)まず、可溶性合金にBiとSnとI

3

nとを含有させた理由について説明する。Biを可溶性合金に含有させた理由は、Biは、他の金属と比較して、可溶性合金の溶融温度を低下させる効果が著しく大きいからである。また、Inを可溶性合金に含有させた理由は、InもBiと同様に、可溶性合金の溶融温度を低下させる効果が大きいからである。また、Snを可溶性合金に含有させた理由は、SnはBiおよびInとよく混ざり、またSnを含有させると可溶性合金の濡れ性が向上するからである。

【0012】(2) 次に、可溶性合金の溶融温度と液相化温度および固相化温度との関係について説明する。温度ヒューズ素子が加熱され溶断する場合、つまり可溶性合金が加熱され溶融する場合、一般的には固相→固液共存相→液相の順に相状態が変化していく。ここで、固相と固液共存相との境界温度が固相化温度である。また、固液共存相と液相との境界温度が液相化温度である。可溶性合金の溶融温度は、これら固相化温度と液相化温度との間のいずれかに存在する。なお、固液共存相において、固相に対する液相の割合が大きい方が、より温度ヒューズ素子は溶断しやすい。このため、可溶性合金の溶融温度は、固相化温度と液相化温度との間であって、かつ液相化温度近傍に存在する場合が多い。例えば、可溶性合金の固相化温度が100°C、液相化温度が130°Cの場合、溶融温度は100°C～130°Cの間であって、かつ130°C近傍に存在する場合が多い。

【0013】(3) 次に、本発明の可溶性合金の組成範囲を、Biが1重量%以上14重量%以下、Inが45重量%以上60重量%以下、残部がSnと不可避不純物とした理由について説明する。

【0014】図1にBi-Sn-In合金の液相面図を示す。図中に、100°Cの等温線を実線で示す。また、Sn-In、In-Bi、Bi-Snの二元共融線を、それぞれ一点鎖線で示す。図において斜線を引いた平行四辺形状の範囲が、本発明の可溶性合金の組成範囲である。この組成範囲は、いずれの部分も100°C等温線の外側に位置している。したがって、この組成範囲における液相化温度は100°C以上である。

【0015】まず、Biの含有割合を1重量%以上に限定した理由について説明する。Bi含有割合が1重量%未満だと、Biの有する溶融温度低下効果が可溶性合金に充分発現しない。例えば、Biを全く含まないSn-In合金の場合、図2に示すように、液相化温度が一番低くなりかつ液相化温度が固相化温度と一致する共晶組成であっても、液相化温度は117°Cである。ここで、共晶組成においては、溶融温度は液相化温度および固相化温度と一致する。したがって、Biを全く含まないSn-In合金の場合、溶融温度は117°C以下にはならない。このため、Biを含有せないと、可溶性合金の液相化温度を117°C以下とするのが困難になる。また、Biは比較的の硬度が高い。したがって、Bi含有割

4

合が1重量%未満だと、Biの硬度が高い性質が可溶性合金に充分に発現しない。このため、可溶性合金の硬度も低下し、可溶性合金の加工性が低下する。以上の理由により、Biの含有割合を1重量%以上とした。

【0016】次に、Biの含有割合を14重量%以下に限定した理由について説明する。Bi含有割合が14重量%を超えると、図1に示すように、組成範囲において、100°Cの等温線内に含まれる部分、つまり液相化温度が100°C未満となる部分が発生してしまう。上述

10 したように、液相化温度と固相化温度との間に溶融温度は位置する。このため、可溶性合金の液相化温度が100°C未満だと、当然溶融温度も100°C未満となってしまう。またBiは、上述したように硬度が高い反面、延性に乏しく脆い性質を有する。このため、Bi含有割合が14重量%を超えると、Biの有する脆い性質が可溶性合金にも発現し、可溶性合金まで脆くなるおそれがある。以上の理由により、Biの含有割合を14重量%以下とした。

【0017】次に、Inの含有割合を45重量%以上に

20 限定した理由について説明する。Biを全く含まないSn-In合金の場合、図2に示すように、Inの含有割合を45重量%未満とすると、液相化温度が140°Cを超えるおそれがある。上述したように、Sn-In合金にBiを添加すると、液相化温度を下げることができる。しかしながらBi-Sn-In合金におけるBiの含有割合が、例えば1重量%程度の場合、Biの液相化温度を下げる効果が可溶性合金全体に充分発現しないおそれがある。すなわちInの含有割合を45重量%未満とすると、Biの含有割合によっては、Bi-Sn-In 30 合金の液相化温度が140°Cを超えるおそれがある。Inの含有割合を45重量%以上としたのは以上の理由による。

【0018】次に、Inの含有割合を60重量%以下に限定した理由について説明する。上述したように、InはBiと同様に、可溶性合金の溶融温度を下げる効果を有する。しかしながらInはBi、Snと比較して高価である。このため、Inの含有割合を大きくして可溶性合金の溶融温度を下げるよりも、Biの含有割合を大きくして可溶性合金の溶融温度を下げる方がコスト的に有利である。Inの含有割合を60重量%以下に限定したのは以上の理由による。

【0019】(4) また、本発明の可溶性合金は、Bi、In、Snに、さらにCuを含有させる構成としてもよい。そしてこの場合、組成範囲は、Biを1重量%以上14重量%以下、Inを45重量%以上60重量%以下、Cuを0.1重量%以上5重量%以下、残部をSnと不可避不純物とするのが適当である。

【0020】Cuを含有させる理由は、Cuを含有せると可溶性合金の濡れ性を低下させることなく、可溶性合金の機械的強度を向上させることができるからであ

50

る。またCuは電気比抵抗が小さいため、Cuを含有させると可溶性合金の電気比抵抗も小さくなり、導電時ににおける可溶性合金のジュール熱を小さくすることができるからである。ここで、Cu含有割合を0.1重量%以上としたのは、0.1重量%未満だと、Cuの有する機械的強度向上効果および電気比抵抗低下効果が可溶性合金に充分発現しないからである。また、Cu含有割合を5重量%以下としたのは、Cu含有割合が5重量%を超えると、可溶性合金の液相化温度が上昇し140°Cを超えるおそれがあるからである。

【0021】(5) 好ましくは、上記組成範囲において、Cuの含有割合を、0.1重量%以上1重量%以下に限定する方がよい。つまり可溶性合金の組成範囲を、Biが1重量%以上14重量%以下、Inが45重量%以上60重量%以下、Cuが0.1重量%以上1重量%以下、残部がSnと不可避不純物に限定する方がよい。

【0022】ここで、Cu含有割合を0.1重量%以上としたのは、上述したように、0.1重量%未満だと、Cuの有する機械的強度向上効果および電気比抵抗低下効果が可溶性合金に充分発現しないからである。また、Cu含有割合を1重量%以下としたのは、Cu含有割合が1重量%を超えると、Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>などの脆い金属間化合物が増加し、可溶性合金の機械的強度が却って低下するからである。

【0023】(6) 好ましくは、上記組成範囲において、Inの含有割合を、50重量%以上55重量%以下に限定する方がよい。つまり可溶性合金の組成範囲を、Biが1重量%以上14重量%以下、Inが50重量%以上55重量%以下、残部がSnと不可避不純物に限定する方がよい。または、可溶性合金の組成範囲を、Biが1重量%以上14重量%以下、Inが50重量%以上55重量%以下、Cuが0.1重量%以上5重量%以下、残部がSnと不可避不純物に限定する方がよい。または、可溶性合金の組成範囲を、Biが1重量%以上14重量%以下、Inが50重量%以上55重量%以下、Cuが0.1重量%以上1重量%以下、残部がSnと不可避不純物に限定する方がよい。組成範囲をこのように限定すると、可溶性合金の液相化温度を100°C~115°Cに限定することができる。

【0024】図3にBi-Sn-In合金の液相面図を示す。図中に、100°Cの等温線を実線で示す。また、Sn-In、In-Bi、Bi-Snの二元共融線を、それぞれ一点鎖線で示す。図において斜線を引いた平行四辺形状の範囲が、組成限定した本発明の可溶性合金の組成範囲である。この組成範囲は、いずれの部分も100°C等温線の外側に位置している。したがって、この組成範囲における液相化温度は100°C以上である。

【0025】Inの含有割合を50重量%以上に限定した理由について説明する。In含有割合が50重量%未満であっても、液相化温度が115°C以下の領域は存在

する。しかしながら、図2からも推測できるように、In含有割合が50重量%未満だと、図3における液相面の傾斜がきつくなる傾向にある。ここで、液相面は組成の変化に対する液相化温度の変化を示している。また、上述したように、液相化温度の変化は溶融温度の変化と対応している。したがって、液相面の傾斜がきついということは、組成の変化に対する溶融温度の変化が大きいことを意味する。このため、In含有割合が50重量%未満の領域では、In含有割合が微小量変化しただけ

10 で、溶融温度が大きく変動してしまう。ゆえに、Bi、In、Sn原料配合時における配合量の誤差によっては、所望の溶融温度を有する可溶性合金が得られないおそれがある。すなわち、In含有割合が50重量%未満の場合、原料配合時の配合量管理を厳重化する必要が生じる。

【0026】また、上述したように、可溶性合金の溶融温度は固相化温度と液相化温度との間のいずれかに存在する。言い換えると、溶融温度は、固相化温度と液相化温度との間に、一定のばらつきを持って存在する。したがって、例えば、同じ組成の可溶性合金を用いて複数の温度ヒューズを作製しても、これらの温度ヒューズの作動温度はばらつくことになる。温度ヒューズの作動温度、つまり可溶性合金の溶融温度のばらつきは、固相化温度と液相化温度との間隔（以下、「△T」と称す。）が小さい程、より小さくなる。

【0027】図2に示すように、In含有割合が50重量%未満の領域は、50重量%以上の領域と比較して△Tが大きい。このためIn含有割合を50重量%未満とすると、可溶性合金の溶融温度、つまり温度ヒューズの30 溶断温度のばらつきが大きくなるおそれがある。以上の理由から、In含有割合は50重量%以上とした。

【0028】次に、Inの含有割合を55重量%以下に限定した理由について説明する。Inは、延性に富み柔らかい性質を有する。このためInの含有割合が55重量%を超えると、このInの柔らかい性質が可溶性合金にも発現し、可溶性合金が過度に柔らかくなってしまう。可溶性合金が柔らかいと、例えば可溶性合金を線材に加工する際に線材がつぶれやすくなり、加工性が低下する。また、上述したように、Inは、BiおよびSnと比較して高価である。このためInの含有割合を高くすると、可溶性合金の製造コストが高くなる。以上の理由から、Inの含有割合を55重量%以下に限定した。

【0029】(7)以上、本発明の温度ヒューズ用可溶性合金の組成について説明した。本発明の温度ヒューズ用可溶性合金によると、上記いずれかの組成範囲内において、Bi、Sn、In、またはCuの含有割合を調整することにより、可溶性合金の溶融温度を自在にコントロールすることができる。そして100°Cから140°C、好ましくは100°C~115°Cの任意の動作温度に対応する温度ヒューズ用線材および温度ヒューズを提供

することができる。

【0030】ここで、好ましくは可溶性合金の組成を、上記組成範囲内において、図3中一点鎖線で示すSn-In二元共融線の近傍の組成とする構成がよい。Sn-In二元共融線近傍は、△Tが極めて小さい。このため、本構成によると、△Tが小さく溶融温度のばらつきが極めて小さい可溶性合金、さらには動作温度のばらつきが極めて小さい温度ヒューズを提供することができる。

【0031】〈温度ヒューズ用線材〉第二に、本発明の温度ヒューズ用線材について説明する。本発明の温度ヒューズ用線材は、上記組成範囲を有する温度ヒューズ用可溶性合金により形成されている。本発明の線材は、従来から線材の製造に用いられてきた種々の方法により製造することができる。その一例として、引抜き法によりBi-In-Sn合金からなる線材を作製する場合について説明する。

【0032】(1)引抜き法は、線材を形成する可溶性合金の原料を溶融炉に配合する原料配合工程、配合した原料を溶融させ合金を調製し型に流し込みビレットを作るビレット作製工程、ビレットから粗線材を作製する粗線材作製工程、粗線材を細線化し線材を作製する細線化工程からなる。

【0033】まず、原料配合工程では、線材の原料であるBi、In、Snの地金を所望の組成となるように秤量、配合し溶融炉に投入する。次に、ビレット作製工程では、配合原料を420～450°Cの温度下で溶融させBi-In-Sn合金を調製する。そしてこの溶融状態の調製合金を型に流し込み、柱状のビレットを作製する。次に、粗線材作製工程では、型からビレットを取り出し、押出し成形機により押し出し成形することで線径の大きい粗線材を作製する。最後に、細線化工程では、この粗線材を引抜き成形機にかけ、成形機の型に設けられたダイス隙間から引き抜くことにより粗線材の線径の小径化、つまり細線化を行う。この細線化は、具体的には粗線材を直列に並んだ複数のダイス隙間に通すことにより行う。ダイス隙間は下流側ほど小径に設定されている。このため、粗線材は複数のダイス隙間に通る間に徐々に細線化される。したがって、粗線材を通過させるダイス隙間の数を増減することで、線材の線径を調整することができる。

【0034】(2)引抜き法では、押し出し成形工程の後に、引抜き成形を行う細線化工程が設定されている。この引き抜き法のように、引抜き成形を行う工程を持つ製造方法の利点は、他の製造方法、例えば押し出し成形工程のみを有する製造方法と比較して、より線径の細い線材を作製できる点である。ここで、可溶性合金、すなわち粗線材中のBi含有割合が高いと、引抜き成形を行う工程において、脆性により粗線材が切れるおそれがある。この点、本発明の温度ヒューズ用線材は、Bi含有

割合が適切で適度の延性を有する。したがって、引抜き成形を行う工程を有する製造方法により作製することができる。このため、本発明の温度ヒューズ用線材は、線径の細線化が容易である。

【0035】また本発明の線材は収納性にも優れている。線材の収納方法の一つに、線材をボビンに巻回して収納する方法がある。図4に本発明の温度ヒューズ用線材が巻回されたボビンの部分断面図を示す。図に示すように、ボビン2は、第一円板22と第二円板23とからなる。第一円板22は、樹脂製であって中央部に小径ボス220を持つ鍋蓋状を呈している。第二円板23は、樹脂製であって中央部に大径ボス230を持つ鍋蓋状を呈している。大径ボス230の外周面には、周方向に120°ずつ離間して、ねじ231が合計三本配置されている。ねじ231は、大径ボス230を径方向に貫通している。第一円板22の小径ボス220は、第二円板23の大径ボス230の内周側に挿入されている。そして、小径ボス220は、ねじ231により大径ボス230に固定されている。温度ヒューズ用線材20は、小径ボス220の外周面に巻回されて収納されている。ここで、上述したように、本発明の温度ヒューズ用線材20は適度の延性を有している。このため、ある程度張力をかけながら温度ヒューズ用線材20を小径ボス220に巻回しても、温度ヒューズ用線材20が断線するおそれがない。したがって、本発明の温度ヒューズ用線材20によるとボビン2に対する巻回数を多くすることができる。このように本発明の温度ヒューズ用線材は収納性に優れている。

【0036】また、本発明の温度ヒューズ用線材の溶断温度は、100°Cから140°C、好ましくは100°C～115°Cである。近年、この温度域で溶断する線材を用いた温度ヒューズは、携帯電話、ビデオカメラ、ノート型パソコンなどの機器用として需要が高まっている。これらの機器は利用の便から小型化の一途をたどっており、これらの機器の部品である温度ヒューズの小型化も急務となっている。このため温度ヒューズに用いる線材もより細い方が好ましく、具体的には断面積が0.3mm<sup>2</sup>以下である方が好ましい。この点、本発明の温度ヒューズ用線材は細線化が容易である。このため、特別な成形装置などを用いることなく、線材の断面積を0.3mm<sup>2</sup>以下にすることができる。

【0037】なお、本発明の線材の断面形状は特に限定するものではない。すなわち断面が真円状のものは勿論、楕円状あるいは多角形状など従来から用いられている様々な形状とすることができます。ここで、例えば平らな四角形状、つまりテープ状の線材を作製する場合は、上記細線化工程の後に線材を径方向に圧縮し変形させる圧縮成形工程を追加すればよい。

【0038】〈温度ヒューズ〉第三に、本発明の温度ヒューズについて説明する。図5に本発明の温度ヒューズ

の一例として筒型温度ヒューズの断面図を示す。【0039】(1)まず、温度ヒューズ1の構成について説明する。温度ヒューズ1は、温度ヒューズ素子10とリード線13とフラックス11とセラミックケース12とからなる。温度ヒューズ素子10は、長手方向両端にこぶのある棒状、すなわちダンベル状を呈している。この温度ヒューズ素子10は本発明の可溶性合金からなる。リード線13は、温度ヒューズ素子10の長手方向両端に接合されている。リード線13は銅製である。フラックス11は、ヒューズ素子10の表面を覆って配置されている。フラックス11は、松脂を主成分とし、これに活性剤やチキソ剤などを添加したものである。このフラックス11は、活性の高い温度ヒューズ素子10の表面に酸化膜が形成されるのを抑制する役割を有する。またフラックス11は、温度ヒューズ素子10が溶断したとき溶断面を包み込み、再び溶断面同士がつながるのを防止する役割を有する。セラミックケース12は円筒状を呈しており、上記温度ヒューズ素子10、リード線13、フラックス11を密閉収納して設置されている。セラミックケース12は、これらの部材を保護する役割を有する。またセラミックケース12は、温度ヒューズ素子10が溶断し、可溶性合金が液化した際、この液状の可溶性合金が電気回路に漏出するのを防止する役割を有する。

【0040】次に、温度ヒューズ1の動作について説明する。何らかの事情により、温度ヒューズ1の周辺温度が上昇し温度ヒューズ1の動作温度に達すると、温度ヒューズ素子10は溶断する。そして溶断した温度ヒューズ素子10の溶断面をフラックス11が覆う。これにより温度ヒューズ10両端に接合されたリード線13間の電気的導通を遮断する。

【0041】(2)次に、温度ヒューズ1の製造方法について説明する。温度ヒューズ1は、従来からヒューズの製造に用いられている種々の方法により製造することができます。例えば、まず上記温度ヒューズ用線材を切断し温度ヒューズ素子10を作製する。次に、作製した温度ヒューズ素子10の両端をレーザにより半溶融状態とし、この両端にリード線13を接合する。それから、温度ヒューズ素子10の表面にフラックス11を塗布する。そして最後に、この温度ヒューズ素子10とリード線13とフラックス11との接合体を、セラミックケース12内に封入、収納する。以上のような方法により製造することができる。

【0042】本発明の温度ヒューズに組み込まれる温度ヒューズ素子は、適度な延性および硬度を持っている。このため機械的な衝撃などにより断線するおそれが小さい。また、この温度ヒューズ素子は濡れ性が高い。したがってリード線との接合性が良好で、機械的な衝撃などにより温度ヒューズ素子がリード線から分離するおそれがない。このため本発明の温度ヒューズは機械的衝撃

に対する信頼性が高い。

【0043】(3)なお、本発明の温度ヒューズの形状は、図に示す筒型ヒューズの他、従来から用いられている様々な形状に具現化することができる。例えば温度ヒューズ素子とリード線とフラックスとの接合体を、二枚の絶縁板で挟持したカード型温度ヒューズとして具現化してもよい。また、ケース型温度ヒューズ、基板型温度ヒューズなどとして具現化してもよい。

【0044】〈その他〉以上、本発明の温度ヒューズ用可溶性合金、温度ヒューズ用線材、温度ヒューズの実施形態について説明した。しかしながら、実施形態は上記形態に限定されるものではない。当業者が行いうる種々の変形的形態あるいは改良的形態で実施してもよい。

#### 【0045】

【実施例】上記実施形態に基づいて、所定の組成を有する可溶性合金からなるインゴットを作製した。そしてこのインゴットから粉末サンプルと線材サンプルを採取した。これら二つのサンプルのうち、粉末サンプルにより可溶性合金の溶融温度特性を測定した。また線材サンプルにより、可溶性合金からなる線材の溶断温度特性を測定した。

#### 【0046】〈サンプルの作製方法〉

##### (1) 実施例1-1、実施例1-2

実施例1-1および実施例1-2のサンプルは、10重量%のBi、51重量%のIn、39重量%のSnという組成を有する可溶性合金からなる。これらのサンプルは以下の方法により作製した。まず、純度99.99%のBi、純度99.99%のSn、純度99.99%のInを所定量秤量し、溶融炉に投入した。次に、投入したBi、Sn、Inを溶融攪拌し合金の調製を行った。そして調製後の合金を型に流し込み放冷および脱型することでインゴットを作製した。

【0047】このようにして作製したインゴットから質量1gの粉末サンプルを採取した。そして、このサンプルを実施例1-1とした。また同様に、インゴットから断面積0.12mm<sup>2</sup>の線材サンプルを作製した。なお線材サンプルの作製方法は、前述した引抜き法により行った。そして、このサンプルを実施例1-2とした。なお、調整後の合金を型に流し込む際、化学分析にて合金組成の確認を行った。

##### 【0048】(2) 実施例2-1、実施例2-2

実施例2-1および実施例2-2のサンプルは、10重量%のBi、50.5重量%のIn、39重量%のSn、および0.5重量%Cuという組成を有する可溶性合金からなる。実施例2-1および実施例2-2のサンプルも、実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様の方法により作製した。

【0049】実施例2-1のサンプルの質量は、実施例1-1のサンプルの質量と同量とした。また、実施例2-2のサンプルの断面積は、実施例1-2のサンプルの

50

11

断面積と同面積とした。なお、実施例2-1および実施例2-2のサンプルも、実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様に化学分析にて合金組成の確認を行った。

【0050】(3) 実施例3-1、実施例3-2

実施例3-1および実施例3-2のサンプルは、5重量%のBi、52重量%のIn、43重量%のSnという組成を有する可溶性合金からなる。実施例3-1および実施例3-2のサンプルも実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様の方法により作製した。

【0051】実施例3-1のサンプルの質量は、実施例1-1のサンプルの質量と同量とした。また、実施例3-2のサンプルの断面積は、実施例1-2のサンプルの断面積と同面積とした。なお、実施例3-1および実施例3-2のサンプルも、実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様に化学分析にて合金組成の確認を行った。

【0052】(4) 実施例4-1、実施例4-2

実施例4-1のサンプルは、4.5重量%のBi、51重量%のIn、44.5重量%のSnという組成を有する可溶性合金からなる。実施例4-1および実施例4-2のサンプルも実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様の方法により作製した。

【0053】実施例4-1のサンプルの質量は、実施例1-1のサンプルの質量と同量とした。また、実施例4-2のサンプルの断面積は、実施例1-2のサンプルの断面積と同面積とした。なお、実施例4-1および実施例4-2のサンプルも、実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様に化学分析にて合金組成の確認を行った。

【0054】(5) 実施例5-1、実施例5-2

実施例5-1および実施例5-2のサンプルは、3重量%のBi、51重量%のIn、46重量%のSnという組成を有する可溶性合金からなる。実施例5-1および実施例5-2のサンプルも実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様の方法により作製した。

【0055】実施例5-1のサンプルの質量は、実施例1-1のサンプルの質量と同量とした。また、実施例5-2のサンプルの断面積は、実施例1-2のサンプルの断面積と同面積とした。なお、実施例5-1および実施例5-2のサンプルも、実施例1-1および実施例1-2のサンプルと同様に化学分析にて合金組成の確認を行った。

【0056】(6) 実施例6-2

実施例6-2のサンプルは、5重量%のBi、52重量%のIn、41.9重量%のSn、1.1重量%のCuという組成を有する可溶性合金からなる。実施例6-2のサンプルも実施例1-2のサンプルと同様の方法により作製した。実施例6-2のサンプルの断面積は、実施例1-2のサンプルの断面積と同面積とした。なお、実

12

施例6-2のサンプルも、実施例1-2のサンプルと同様に化学分析にて合金組成の確認を行った。

【0057】〈測定方法〉

(1) 可溶性合金の溶融温度特性の測定

測定に用いたサンプルは、実施例1-1、2-1、3-1、4-1、5-1の粉末サンプルである。測定は、これらのサンプルを、加熱炉にて徐々に加熱し、熱分析計(以下、「TA」と称す。)、示差走査熱量計(以下、「DSC」と称す。)を用いて溶融温度特性を調べることにより行った。また加熱炉の昇温パターンは、測定前の温度を40°C、昇温速度を毎分10°Cとした。

【0058】(2) 線材の溶断温度特性の測定

測定に用いたサンプルは、実施例1-2、2-2、3-2、4-2、5-2、6-2の線材サンプルである。測定は、電流を流すことによりこれらのサンプルを加熱し、サンプルが完全に溶断したときの温度を調べることにより行った。なお溶断温度のばらつきを調べるために、各サンプルは複数本作製した。そして、測定も複数回繰り返し行った。

20 【0059】〈測定結果〉

(1) 可溶性合金の溶融温度特性の測定結果

実施例1-1のサンプルを昇温したときの、TAによる測定結果を図6に示す。図中、測定曲線において昇温してもサンプルの温度が上昇しない部分、すなわち測定曲線の傾きが平らになっている部分は、サンプルを形成する可溶性合金が、固相から固液共存相に、または固液共存相から液相に相変化している部分である。したがって、このときの温度が固相化温度または液相化温度に相当する。図から、温度が約100°Cのとき測定曲線の傾きが平らになっているのが判る。

【0060】また、DSCによる測定結果を図7に示す。図中、測定曲線は下方に突出するピークを示している。このピーク開始点は、サンプルを形成する可溶性合金が、固相から固液共存相に相変化する点に相当する。したがって、このときの温度が固相化温度である。図から、温度が約81°Cのときに測定曲線上にピーク開始点があることが判る。

【0061】これらのことから、実施例1-1のサンプルを形成する可溶性合金は、約81°Cで、固相から固液共存相に、約100°Cで固液共存相から液相に相変化することが判る。すなわち、実施例1-1においては約81°Cが固相化温度、約100°Cが液相化温度であることが判る。また、△Tは約19°Cであることが判る。

【0062】同様に実施例2-1のサンプルを昇温したときの、TAによる測定結果を図8に示す。図から、温度が約100°Cのとき測定曲線の傾きが平らになっているのが判る。また、DSCによる測定結果を図9に示す。図から、温度が約80°Cのときに測定曲線上にピーク開始点があることが判る。すなわち、実施例2-1においては約80°Cが固相化温度、約100°Cが液相化温度

13

であり、 $\Delta T$ は約20°Cであることが判る。  
【0063】同様に実施例3-1のサンプルを昇温したときの、TAによる測定結果を図10に示す。図から、温度が約109°Cのとき測定曲線の傾きが平らになっているのが判る。また、DSCによる測定結果を図11に示す。図から、温度が約100°Cのときに測定曲線にピーク開始点があることが判る。すなわち、実施例3-1においては約100°Cが固相化温度、約109°Cが液相化温度であり、 $\Delta T$ は約9°Cであることが判る。

【0064】同様に実施例4-1のサンプルを昇温したときの、TAによる測定結果を図12に示す。図から、温度が約110°Cのとき測定曲線の傾きが平らになっているのが判る。また、DSCによる測定結果を図13に示す。図から、温度が約101°Cのときに測定曲線にピーク開始点があることが判る。すなわち、実施例4-1\*

14

\*においては約101°Cが固相化温度、約110°Cが液相化温度であり、 $\Delta T$ は約9°Cであることが判る。

【0065】同様に実施例5-1のサンプルを昇温したときの、TAによる測定結果を図14に示す。図から、温度が約114°Cのとき測定曲線の傾きが平らになっているのが判る。また、DSCによる測定結果を図15に示す。図から、温度が約106°Cのときに測定曲線にピーク開始点があることが判る。すなわち、実施例5-1においては約106°Cが固相化温度、約114°Cが液相化温度であり、 $\Delta T$ は約8°Cであることが判る。

【0066】以上の測定結果から各サンプルの組成、固相化温度、液相化温度、 $\Delta T$ をまとめて表1に示す。

【0067】

【表1】

| サンプルNo. | 組成(重量%) |         |         |       | 固相化温度<br>(°C) | 液相化温度<br>(°C) | $\Delta T$<br>(°C) |
|---------|---------|---------|---------|-------|---------------|---------------|--------------------|
|         | B i     | I n     | S n     | C u   |               |               |                    |
| 実施例1-1  | 1 0     | 5 1     | 3 9     | -     | 8 1           | 1 0 0         | 1 9                |
| 実施例2-1  | 1 0     | 5 0 . 5 | 3 9     | 0 . 5 | 8 0           | 1 0 0         | 2 0                |
| 実施例3-1  | 5       | 5 2     | 4 3     | -     | 1 0 0         | 1 0 9         | 9                  |
| 実施例4-1  | 4 . 5   | 5 1     | 4 4 . 5 | -     | 1 0 1         | 1 1 0         | 9                  |
| 実施例5-1  | 3       | 5 1     | 4 6     | -     | 1 0 6         | 1 1 4         | 8                  |

【0068】表1から、これらのサンプルの液相化温度は、いずれも100°C以上115°C以下であることが判る。またこれらのサンプルの $\Delta T$ は、いずれも20°C以内と小さいことが判る。

【0069】(2) 線材の溶断温度特性の測定結果

実施例1-2、2-2、3-2、4-2、5-2、6-2の各サンプルに電流を流し、各サンプルが完全に溶断

※したときの温度を溶断温度とした。溶断温度の測定は、上述したように各サンプルにつき複数回行った。そして、各サンプルごとに溶断温度の平均値を算出した。各サンプルの組成、溶断温度をまとめて表2に示す。

【0070】

【表2】

| サンプルNo. | 組成(重量%) |         |         |       | 溶断温度<br>(°C)      |
|---------|---------|---------|---------|-------|-------------------|
|         | B i     | I n     | S n     | C u   |                   |
| 実施例1-2  | 1 0     | 5 1     | 3 9     | -     | 1 0 0 ± 2         |
| 実施例2-2  | 1 0     | 5 0 . 5 | 3 9     | 0 . 5 | 1 0 0 ± 2         |
| 実施例3-2  | 5       | 5 2     | 4 3     | -     | 1 0 9 ± 2         |
| 実施例4-2  | 4 . 5   | 5 1     | 4 4 . 5 | -     | 1 1 0 ± 2         |
| 実施例5-2  | 3       | 5 1     | 4 6     | -     | 1 1 3 ± 2         |
| 実施例6-2  | 5       | 5 2     | 4 1 . 9 | 1 . 1 | 1 0 8 . 5 ± 0 . 8 |

【0071】表2から、これらのサンプルの溶断温度は、いずれも100°C以上115°C以下であることが判★50★50-2のサンプルの溶断温度のはらつきは、いずれも±2

15

℃以下と小さいことが判る。さらに、実施例6-2のサンプルの溶断温度のばらつきは、±0.8℃と極めて小さいことが判る。

## 【0072】

【発明の効果】本発明によると、鉛を含有せずかつ100℃以上140℃以下、好ましくは100℃以上115℃以下の溶融温度を有する温度ヒューズ用可溶性合金、およびこの可溶性合金から形成された温度ヒューズ用線材、およびこの線材から形成された温度ヒューズ素子を有する温度ヒューズを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の組成範囲を示すBi-Sn-In合金の液相面図である。

## 【図2】 Sn-In合金の状態図である。

【図3】 限定した組成範囲を示すBi-Sn-In合金の液相面図である。

【図4】 本発明の線材が巻回されたボビンの斜視図である。

## 【図5】 温度ヒューズの断面図である。

【図6】 実施例1-1のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図7】 実施例1-1のDSCによる測定結果を示すグラフである。

【図8】 実施例2-1のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図9】 実施例2-1のDSCによる測定結果を示すグラフである。

【図10】 実施例3-1のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図11】 実施例3-1のDSCによる測定結果を示すグラフである。

【図12】 実施例4-1のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図13】 実施例4-1のDSCによる測定結果を示すグラフである。

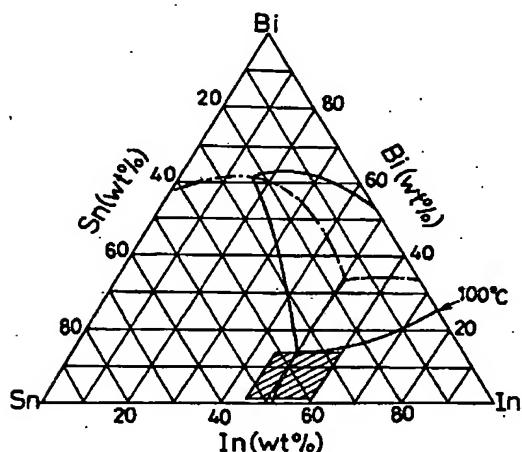
【図14】 実施例5-1のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図15】 実施例5-1のDSCによる測定結果を示すグラフである。

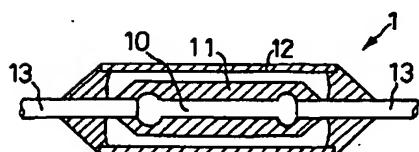
## 【符号の説明】

1：温度ヒューズ、10：ヒューズ素子、11：フラックス、12：セラミックケース、13：リード線。2：ボビン、20：温度ヒューズ用線材、22：第一円板、220：小径ボス、23：第二円板、230：大径ボス、231：ねじ。

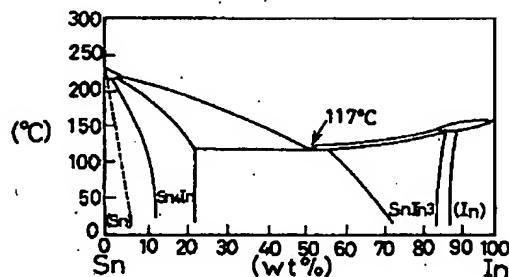
【図1】



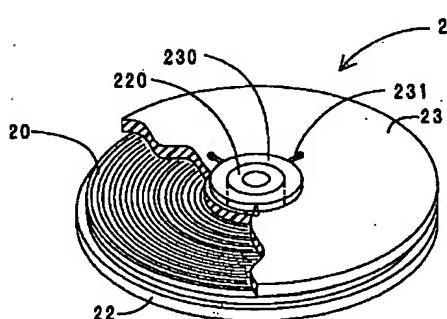
【図5】



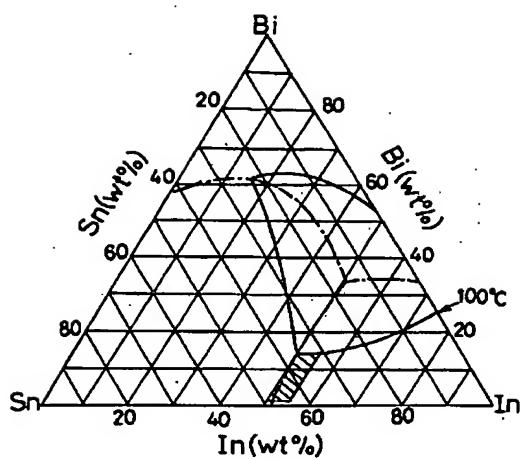
【図2】



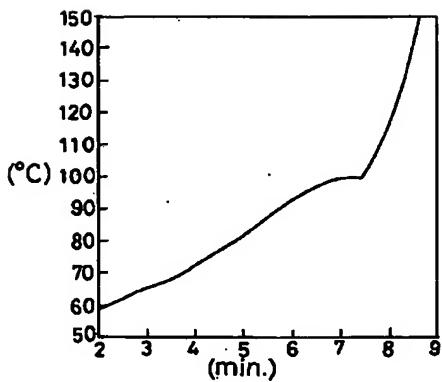
【図4】



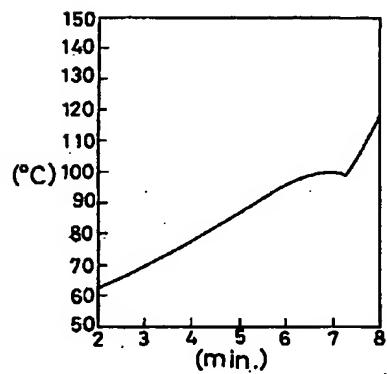
【図3】



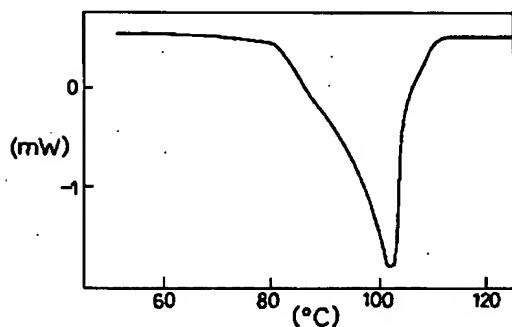
【図6】



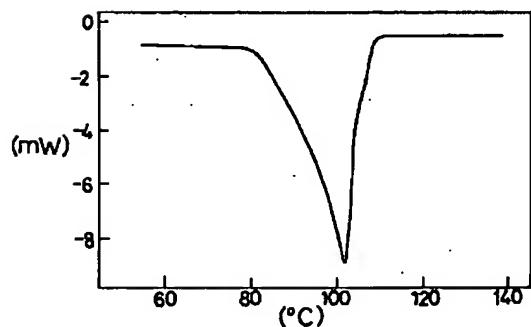
【図8】



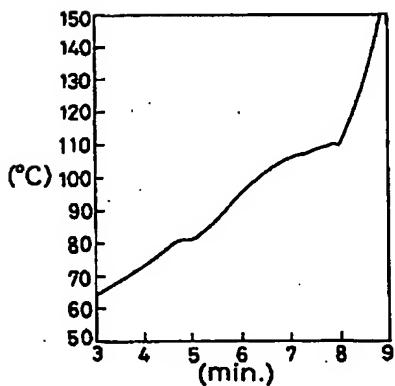
【図7】



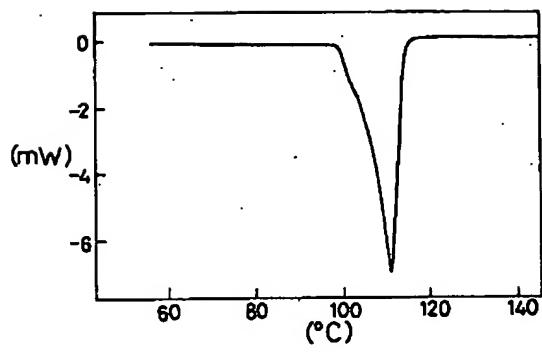
【図9】



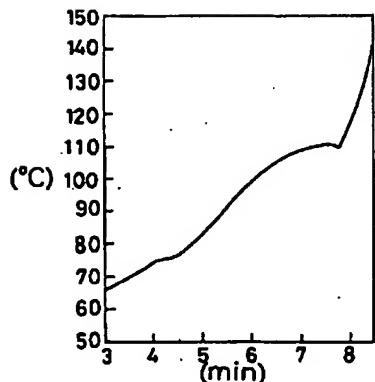
【図10】



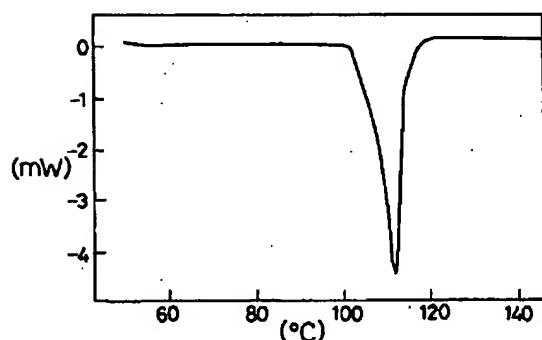
【図11】



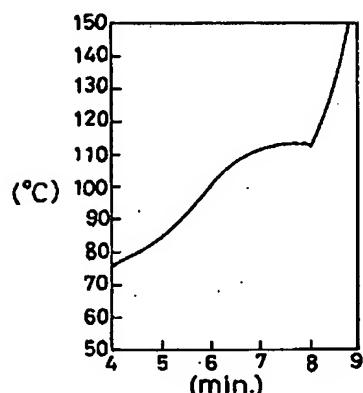
【図12】



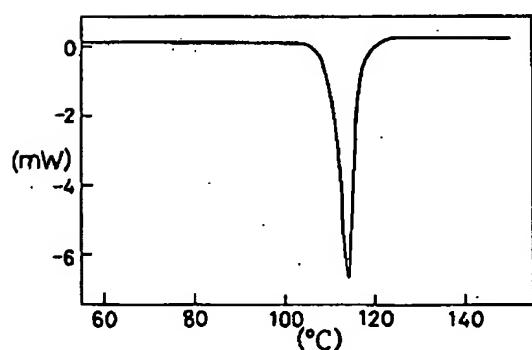
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 杉浦 正洋  
愛知県名古屋市緑区鳴海町字長田75番地の  
1 ソルダーコート株式会社内

(72)発明者 久保田 敏弘  
愛知県名古屋市緑区鳴海町字長田75番地の  
1 ソルダーコート株式会社内

(72)発明者 加藤 伸一  
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目34番地の1  
安全電具株式会社内

(72)発明者 勝本 憲幸  
東京都武蔵村山市伊奈平2丁目34番地の1  
安全電具株式会社内  
F ターム(参考) 5G502 AA02 BB01